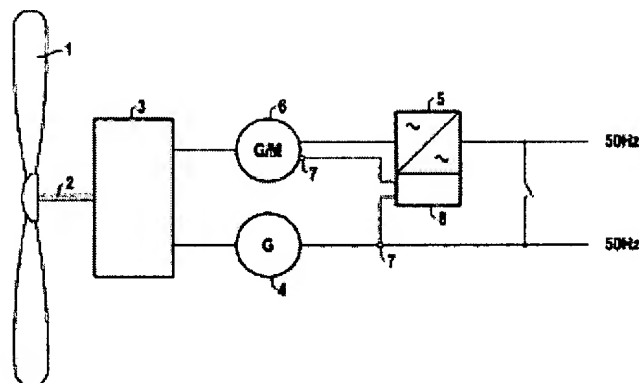


## Wind-power generator station

**Patent number:** DE19955586  
**Publication date:** 2001-06-13  
**Inventor:** KITZ WERNER (DE); WURM KLAUS (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)  
**Classification:**  
- **International:** H02P9/48; F03D7/00; H02P7/632; H02K7/116  
- **European:** H02P9/48; F03D9/00C2; F03D11/02  
**Application number:** DE19991055586 19991118  
**Priority number(s):** DE19991055586 19991118

### Abstract of DE19955586

A wind-power plant includes a rotor (1) at least one power/system generator (4), and a gear-box (3) positioned between the rotor and the power/system-generator. A device is provided for effecting dynamic matching of the power/system-generator (4) to the respective wind situation. A variable-speed- (revs) drive (6) is specifically used for the dynamic matching of the gear-box (3) i.e. more specifically, an asynchronous motor or generator, with a converter (frequency changer) (5). The gear (3), system-generator (4) and the variable-speed drive (6) form a closed-loop control (8) circuit.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# ⑫ Offenlegungsschrift ⑩ DE 199 55 586 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 02 P 9/48**  
F 03 D 7/00  
H 02 P 7/632  
H 02 K 7/116

⑳ Aktenzeichen: 199 55 586.9  
㉔ Anmeldetag: 18. 11. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 13. 6. 2001

DE 199 55 586 A 1

㉑ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉒ Erfinder:  
Kitz, Werner, Dipl.-Ing., 91056 Erlangen, DE; Wurm,  
Klaus, Dipl.-Ing. (FH), 92353 Postbauer-Heng, DE

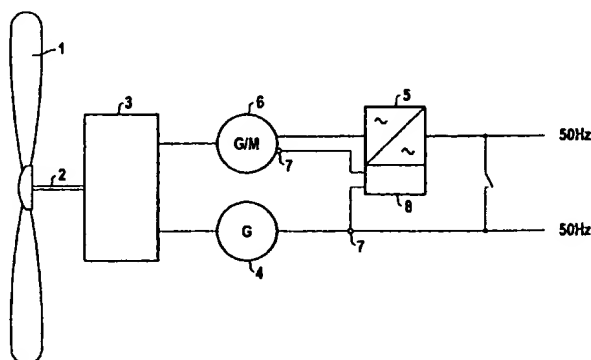
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 34 02 015 C2  
DE 196 34 464 A1  
DE 196 24 809 A1  
DE 42 24 228 A1  
DE 36 28 137 A1  
DE 34 45 535 A1  
JP 61-106097 in Jap. Abstr.;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Windkraftanlage

⑤⑦ Windkraftanlage mit einem Rotor (1), wenigstens einem Netzgenerator (4), wobei sich zwischen Rotor (1) und Netzgenerator (4) ein Getriebe (3) befindet und dabei Mittel vorhanden sind, die über das Getriebe (3) eine hochdynamische Anpassung des Netzgenerators (4) an die jeweilige Windsituation bewirken.



DE 199 55 586 A 1

## DE 199 55 586 A 1

1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Windkraftanlage mit einem Rotor und wenigstens einem Generator.

Bei den in Kraftwerken eingesetzten Generatoren ist die Frequenz des erzeugten Stroms proportional der Ankerdrehzahl. Es muß deshalb die Drehzahl der Antriebsmaschine während des Betriebs exakt konstant gehalten werden, falls eine bestimmte Frequenz des erzeugten Stroms gefordert wird. Diese Forderung ist leicht erfüllbar, wenn es sich um stationäre Anlagen handelt, deren Antriebsmaschinen für diesen Zweck eigens konstruiert wurden.

Bei einer Windkraftanlage treten in Folge eines stochastisch auftretenden Windes Leistungsschwankungen auf, die bisher mittels einer Rotorblattverstellung ausgeregelt werden. Nachteilig dabei ist, daß die Rotorblattverstellung der Windkraftanlage nur eine langsame Leistungsregelung zuläßt. Die DE 197 52 940 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur dynamischen Leistungsregelung einer angetriebenen Synchronmaschine. Dabei wird in Abhängigkeit von Lageistwerten der Synchronmaschine und eines ermittelten Netzspannungsraumzeigers ein Lastwinkelwert ermittelt und durch Drehung des Ständers der angetriebenen Synchronmaschine auf einen in Abhängigkeit einer Leistungsregelung ermittelten Lastwinkelsollwerts geregelt. Somit können Wirkleistungsspendelungen einer geregelten, angetriebenen Synchronmaschine ausgeregelt werden. Nachteilig dabei ist der erhöhte Automatisierungseinsatz und die aufwendige Regelung.

Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Leistungsschwankungen bei Windkraftanlagen in einfacher Art und Weise hochdynamisch auszuregeln, so daß die Frequenz unter Berücksichtigung der jeweils zulässigen Normen (IEC 38) von im wesentlichen 50 Hz bzw. 60 Hz eingehalten wird.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt erfindungsgemäß dadurch, daß sich zwischen Rotor und Netzgenerator ein Getriebe befindet und dabei Mittel vorhanden sind, die über das Getriebe eine hochdynamische Anpassung des Netzgenerators an die jeweilige Windsituation bewirken.

Erfindungsgemäß wird dabei der Regelaufwand um die Netznennfrequenz zu halten erheblich reduziert. Die Netzgeneratoren können dabei als Asynchron- oder Synchrongeneratoren ausgeführt werden. Windböen oder andere stochastisch auf den Windrotor einwirkenden Kräfte und die daraus resultierenden Frequenzschwankungen an den Generatorausgangsklemmen halten sich innerhalb der zulässigen Toleranzen, so daß der Generator direkt in das öffentliche Netz speisen kann.

Vorteilhafterweise wird die hochdynamische Getriebeanpassung durch einen drehzahlveränderlichen Antrieb vorgenommen. Als Getriebe ist vorzugsweise ein Planetenradgetriebe vorgesehen. Dabei werden insbesondere niederpolige Asynchronmotoren eingesetzt, die kraftschlüssig mit dem Getriebe auf an sich bekannte Art und Weise verbunden sind. Dieser Asynchronmotor ist im Verhältnis zum hochpoligen (> 10 Pole) Netzgenerator aufgrund seiner an ihn gestellten Anforderungen wesentlich kleiner ausgelegt. Der drehzahlveränderliche Antrieb weist außer einem Asynchronmotor vorzugsweise einen Spannungs-Zwischenkreis-Umrichter auf. Die elektrische Versorgung des drehzahlveränderlichen Antriebs erfolgt direkt über die Ausgangsklemmen des Netzgenerators oder über eine eigene Netzanakopplung. Durch den erfindungsgemäßen Gedanken verringert sich die Anzahl der Pole des Netzgenerators und damit dessen Gewicht gegenüber herkömmlichen Netzgeneratoren erheblich, so daß ein Einsatz derartiger Windkraftanlagen, insbesondere im Offshore Bereich, erleichtert wird.

2

In einer weiteren Ausführungsform bilden Getriebe, Netzgenerator und drehzahlveränderlicher Antrieb einen geschlossenen Regelkreis. Damit wird gewährleistet, daß sich die Ausgangsfrequenz des Netzgenerators innerhalb vorgegebener Toleranzen bewegt, da, sobald Windböen oder andere stochastische Windereignisse am Rotorblatt angreifen, diese hochdynamisch über den Getriebeeingriff ausgeregelt werden. Dabei dient insbesondere die Netzgenerator-Drehzahl als Führungsgröße des Regelprozesses. Die Netzgenerator-Drehzahl wird erfaßt und der Regeleinheit zugeführt. Die Drehzahl kann auch über die Stromerfassung mittels des Heyland-Kreises ermittelt werden. Andere kennzeichnenden Größen des Netzgeneratorbetriebs sind ebenso dem Regelkreis zur weiteren Optimierung und Erhöhung der Regelschwindigkeit zuführbar.

Asynchronmotoren bzw. -generatoren haben dabei den grundsätzlichen Vorteil nicht fremd-erregt werden zu müssen. Es ist aber notwendig, daß diese Asynchronmaschinen die Blindleistung aus dem Netz beziehen.

Der drehzahlveränderliche Antrieb soll bei einem Mehrangebot an Windenergie, diese als Netzgenerator umsetzen und bei einer mangelnden Windenergiebereitstellung, die fehlende Energie als Motor ins Getriebe einspeisen, so daß jederzeit die erforderliche Nennfrequenz am Abgang des Netzgenerators bereitsteht. Der drehzahlveränderliche Antrieb und dabei insbesondere die Asynchronmaschine und der Umrichter müssen somit für die Differenzleistung zum Nennbetrieb des Netzgenerators ausgelegt sein. Wobei unter Differenzleistung die Leistung zu verstehen ist, die der drehzahlveränderliche Antrieb aufgrund z. B. eines Windüberangebots als Netzgenerator aufnehmen muß, als auch die Leistung, die er aufgrund eines Windmangels motorisch über das Getriebe dem Netzgenerator zukommen lassen muß. Der Übergang zwischen Motor- und Generatorbetrieb geschieht gemäß des Helandkreises über den Betriebspunkt "Schlupf gleich Null".

Durch eine derartige Windkraftanlage reduzieren sich Kosten für Netzgenerator und Umrichter als auch die Wartungskosten. Damit sind derartige Windkraftanlagen insbesondere für abgelegene oder schwer zugängliche Gegenden geeignet, in denen eine intensive Wartung unmöglich ist.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gemäß Merkmale der Unteransprüche werden im folgenden anhand eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels in der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer derartigen Windkraftanlage.

In Fig. 1 einer erfindungsgemäßen Windkraftanlage dient ein an sich bekannter Rotor 1 dazu, die Windenergie über eine Achse 2 auf ein Getriebe 3 zu übertragen. In diesem Getriebe 3 ist der Netzgenerator 4 mit dem drehzahlveränderlichen Antrieb 6 und der Achse 2 mechanisch starr gekoppelt. Der drehzahlveränderliche Antrieb 6 wird über seinen Stromrichter 5 elektrisch an das 50/60 Hz Netz gekoppelt. Dabei bezeichnet das 50/60 Hz Netz, ein Netz, das die ortsübliche Netzfrequenz aufweist (also 50 Hz, 60 Hz oder auch 16 2/3 Hz ect.) Der drehzahlveränderliche Antrieb 6 wird je nach Windenergieangebot von dem 50/60 Hz Netz gespeist oder speist in dieses Netz. Je nach dem, ob die elektrische Maschine des drehzahlveränderlichen Antriebs 6 als Generator oder Motor wirkt. Im Abgang des Netzgenerators 4 sind Sensoren bzw. Meßaufnehmer 7 vorgesehen, die den Betrieb abbildende Größen (z. B. den Generatorstrom) erfassen und an eine nicht näher dargestellte Regeleinheit vorzugsweise im Umrichter 5 weiterleiten. Über den drehzahlveränderlichen Antrieb erfolgt somit eine hochdynamische Anpassung des Getriebes 3 an die jeweilige Windsituation.

## DE 199 55 586 A 1

3

4

Dabei sind folgende Betriebszustände zu unterscheiden:

Es liegen quasistationäre Windverhältnisse vor, die dem Nennbetrieb der Anlage entsprechen, d. h. ein Ausregeln des Netzgenerators 4 durch den drehzahlveränderlichen Antriebs 6 ist nicht notwendig. Die durch den Rotor 1 der Windkraftanlage aufgenommene Energie wird direkt ohne Eingriff des drehzahlveränderlichen Antriebs 6 über den Netzgenerator 4 an das Netz weitergeleitet.

Bei Erhöhung des Windenergieangebots würde der Rotor 1 schneller drehen und damit der Netzgenerator 4 seine Nennfrequenz von z. B. 50/60 Hz verlassen. Dies wird dadurch vermieden, daß der drehzahlveränderliche Antrieb 6 die überschüssige Energie, d. h. die Differenz zwischen Nennbetrieb und Überangebot aufnimmt und als zusätzlicher Generator in elektrische Energie umwandelt und über den Umrichter ebenfalls ins Netz einspeist.

Falls das Windenergieangebot unterhalb des für den Nennbetrieb des Netzgenerators 4 erforderlichen Angebots liegt, d. h. der Netzgenerator 4 nur eine Frequenz kleiner 50/60 Hz abgeben könnte, regelt der drehzahlveränderliche Antrieb 6 über einen Regler 8 aufgrund der über die Meßaufnehmer 7 übermittelten Daten dies aus, indem er motorisch die Energiedifferenz zwischen Nennbetrieb und tatsächlichen Energieangebot bereitstellt. Damit arbeitet der drehzahlveränderliche Antrieb motorisch der Energie vom Netz bezieht und in das Getriebe einspeist, so daß der Netzgenerator 4 weiterhin eine Nennfrequenz von z. B. 50/60 Hz abgibt.

Falls das Energieangebot weiter absinken sollte, so daß der drehzahlveränderliche Antrieb 6 die Differenz zwischen Energieminimum und Energienennbetrieb nicht decken sollte, wird die Anlage durch einen nicht näher dargestellten Schaltelemente wie z. B. Leistungs- oder Lastschalter abgeschaltet.

Ebenso wird die Anlage abgeschaltet, falls sowohl der Netzgenerator 4 als auch der drehzahlveränderliche Antrieb 6 das Energieangebot, das am Rotor 1 ansteht, nicht übernehmen können. In diesem Fall ist ein Stillstand der Anlage oder eine langsame Regelung der Rotorblätter vorgesehen, die das Gesamtsystem in den Arbeitsbereich hebt. Die Summe der Übersetzungsverhältnisse ist dabei immer konstant. Als Netzgeneratoren bzw. elektrische Maschine für den drehzahlveränderlichen Antrieb eignen sich insbesondere für unzugängliche Gebiete, wartungsfreundliche Asynchronmotoren. Es sind aber ebenso Synchronmaschinen verwendbar.

Als Führungsgröße des Regelkreises im Netz- oder Inselbetrieb sind insbesondere die Generatordrehzahl, der Ständerstrom oder die Schlupffrequenz der Asynchronmaschine vorgesehen.

4. Windkraftanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß Getriebe (3), Netzgenerator (4) und drehzahlveränderlicher Antrieb (6) einen geschlossenen Regelkreis bilden.

5. Windkraftanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkreis den Netzgeneratorstrom als Führungsgröße aufweist.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

### Patentansprüche

1. Windkraftanlage mit einem Rotor (1), wenigstens einem Netzgenerator (4), **dadurch gekennzeichnet**, daß sich zwischen Rotor (1) und Netzgenerator (4) ein Getriebe (3) befindet und dabei Mittel vorhanden sind, die über das Getriebe (3) eine hochdynamische Anpassung des Netzgenerators (4) an die jeweilige Windsituation bewirken.

2. Windkraftanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für die hochdynamische Getriebeanpassung zumindest ein drehzahlveränderlicher Antrieb (6) vorgesehen ist.

3. Windkraftanlage nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als drehzahlveränderlicher Antrieb ein Asynchronmotor oder -generator mit Umrichter (5) eingesetzt ist.

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:

DE 199 55 586 A1

Int. Cl. 7:

H 02 P 9/48

Offenlegungstag:

13. Juni 2001

